

# 奥匈三桥悬拼连续箱梁节段预制施工技术

王海良<sup>1</sup>, 殷春足<sup>2</sup>

(1. 石家庄铁道学院 土木工程分院, 石家庄 050043; 2. 石家庄职业技术学院, 石家庄 050043)

**摘要:**介绍澳门奥匈三桥悬拼连续箱梁节段预制的台座布置、预应力工程、混凝土施工、节段吊装等关键施工技术,并对预制过程中存在的问题进行了分析,以期为类似桥梁的施工提供有益的借鉴。

**关键词:**悬拼 节段预制 施工技术

**中图分类号:**U445.47<sup>+</sup>1 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-1995(2004)05-0008-03

## 1 工程概况

奥匈三桥位于澳门雷达水道上,南接凶仔岛,北联澳门半岛,北引桥为匝道,主跨为110 m+180 m+110 m斜拉桥,南引桥为9×60 m+5×60 m两联连续箱梁;桥梁分左、右两幅,主桥、引桥结构断面均为单箱单室箱型,结构轮廓尺寸均相同,便于在箱内行车。箱梁顶板厚300 mm,底板厚400 mm,腹板厚500 mm,截面尺寸见图1。车道布置为:无台风时上层为双向6车道+下层轻轨;有8级以上台风时,上层汽车及箱内轻轨停运,箱内车道变为双向四车道。设计车速汽车80 km/h、轻轨70 km/h。桥梁横断面布置为:上层0.2 m混凝土栏杆+1.0 m人行道+0.5 m路缘带+3×3.5 m行车道+0.5 m路缘带+0.25 m钢防撞栏杆,下层0.5 m路缘带+3.5 m行车道+4.0 m轻轨车道。

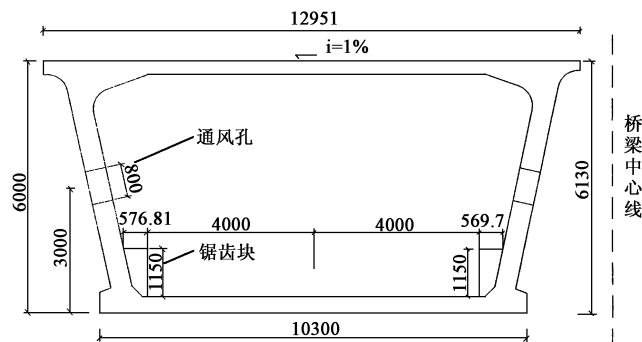


图1 边跨箱梁横截面(单位:mm)

主桥及南引桥上部结构均采用节段预制悬拼,0号块与1号块之间设湿接缝,两相邻T构之间均设现

度及对钢绞线伸长值量测的误差已经超出了规范规定值,必须采取相应的措施消除其影响,才能使梁体质量达到设计要求。

浇合龙段,主桥预制节段长为2、3、3.5、4 m,南引桥预制节段长均为4 m,全桥共480节预制节段。

箱梁顶面设1%横坡,1<sup>#</sup>~4<sup>#</sup>墩间竖向为半径3000 m向下圆曲线,4<sup>#</sup>~8<sup>#</sup>墩为5%的下坡,8<sup>#</sup>~10<sup>#</sup>墩为半径2000 m向上圆曲线,10<sup>#</sup>~18<sup>#</sup>墩为平坡。

由于箱内行车,因此要求箱内净宽8 m,净高5.2 m,以容纳轻轨系统。

箱梁为三向预应力体系,顶板、底板设横向预应力钢绞线,每侧腹板设双层竖向 $\phi 32$ 预应力粗钢筋,底板、顶板、腹板设纵桥向预应力钢绞线。

该桥总投资5.6亿元人民币,总工期2年。

## 2 预制场总体布置

制梁场设两条长86 m、宽10.3 m制梁台座,跨越制梁、存梁台座安置一台净跨44 m、净高20 m、起吊能力200 t的龙门吊,用于箱梁的起吊及从制梁台座上将箱梁运至存梁场。在每个制梁台座各设一台10 t桁车,用于起吊模板、钢筋、混凝土等。

箱梁预制、运输程序为:在制梁台座上预制箱梁200 t龙门吊起吊节段并将其运至存梁场,运梁台车通过运梁轨道跨越滨海路将梁运至栈桥天车下,栈桥天车将箱梁节段运至1000 t驳船上,由驳船将箱梁节段运至桥位悬拼吊机下安装。预制场地平面布置见图2。

## 3 制梁台座设计

箱梁节段预制采用长线法施工,在预制主桥箱梁

收稿日期:2003-12-20

(责任审编 孟庆伶)

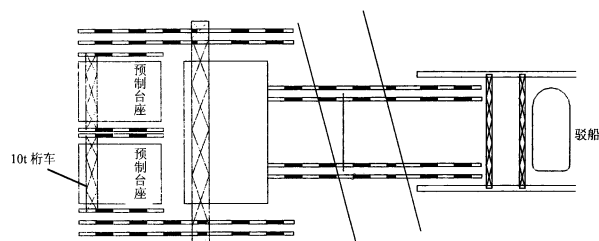


图2 预制场地平面布置示意

节段时,每个预制台座生产半幅半跨节段;在预制南引桥节段时,每个预制台座按 26 m 分成三段(三个工作面),每个工作面预制引桥半幅半跨共 6 个节段箱梁。

制梁台座所处位置为水塘,为保证制梁时台座不致产生过大沉降,在清淤回填后,铺设 60 cm 厚 C15 素混凝土作为台座基础,基础上设混凝土支墩,每排支墩上横向安设 2 根 32 工字钢,台座面板为加纵向加劲肋的厚 10 mm 的钢板。支墩纵向中心间距 2 m。

#### 4 箱梁节段预应力施工技术

以南引桥箱梁节段预制施工为例,箱梁节段为三向预应力体系,底板、顶板纵向预应力钢束分别为 OVM15—19、OVM15—12、OVM15—5,布束形式:锯齿块钢束为空间曲线,其它为直线;曲线钢束成孔用波纹管,直线钢束中, $\phi 100$  mm 孔道成孔用气囊, $\phi 55$  mm 孔道成孔用抽拔管;成孔直径分别为 100 mm、55 mm;顶、底板横向预应力体系为 BM15-4,采用 70 mm  $\times$  25 mm 波纹管成孔,纵向间距 500 mm;腹板竖向预应力钢筋为四级  $\phi 32$  精扎螺纹粗钢筋,每侧腹板布置 2 层,有通风孔时外侧 7 根、内侧 4 根,无通风孔时外侧 8 根、内侧 4 根;每侧腹板设 4 束 OVM15—12 钢绞线,分别锚固于 1<sup>#</sup>~4<sup>#</sup> 块。

##### 4.1 竖向预应力钢束组件的制作及安装

因奥匈三桥每侧腹板布有两层竖向预应力钢束,每个节段底板均设有锯齿块,在底部设压浆孔势必影响箱梁外观,施工过程中也不易处理,为保证箱梁外观及竖向预应力孔道压浆密实,现场用钢管作为竖向预应力钢筋的成孔管道,出浆、压浆均用钢管。在安放竖向预应力粗钢筋前,先将竖向预应力粗钢筋、成孔钢管、张拉及锚固端垫板、螺帽、压浆及出浆管等在车间组装成组件(钢管与上、下锚垫板焊接牢固,用上、下螺帽固定钢管位置),整体安放在腹板钢筋笼上,竖向预应力粗钢筋组件与腹板钢筋网片间用铁丝扎紧,所有竖向预应力钢筋的出浆、进浆孔均设在顶板,纵向同层相邻两个竖向预应力管道通过下部预留的铁管用大一

号钢管连接,形成一个压浆回路。为保证在浇筑混凝土时连接钢管不致脱落,用 22<sup>#</sup> 铁丝在竖向预应力孔道下部将两根成孔组件拉紧,并用宽行胶带将钢管连接处缠牢。竖向预应力孔道组件间的联结见图 3。腹板钢筋网片、竖向预应力孔道组件等在平台上安装,待检查合格后,用桁车将钢筋网片起吊、就位。

竖向预应力钢束按组件在车间组装,可提高其安装精度,将压浆、出浆孔均放在箱梁顶部,不但方便施工,而且不影响箱梁外观。

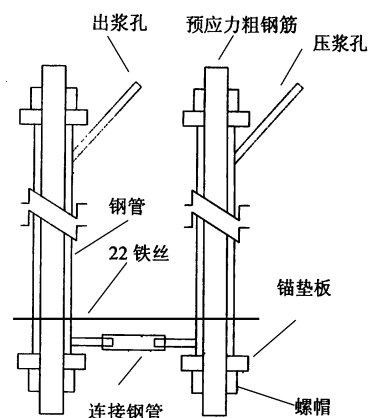


图3 竖向预应力孔道联结示意

##### 4.2 纵向预应力孔道的处理

对用波纹管成孔的孔道,先向孔道中穿入 PVC 管,以增强孔道的刚度,防止在浇筑混凝土时孔道偏移。在浇筑混凝土时,定时抽动 PVC 管,以保证穿束时孔道的畅通。对用气囊成孔的孔道,先对所有气囊进行充气检验后再浇筑混凝土,浇筑时随时观察气囊气压表读数。气囊及抽拔管在安装前,在其表面涂脱模剂以便拆除。波纹管、气囊、抽拔管的定位钢筋按间距 20 cm 设置,以确保孔道的平顺。在浇筑下一节段时,PVC 管、抽拔管、气囊均应伸进上一节段孔道 50 cm,以保证孔道的顺接。

气囊、抽拔管的拆除时间以 100 h 控制,由于现场温度变化较大,拆除气囊、抽拔管时,应根据实际情况调整,避免塌孔或安装抽拔管困难。

##### 4.3 顶板、底板横向预应力钢束的处理

节段顶板、底板横向预应力钢绞线在浇筑混凝土前穿入波纹管,在穿入钢绞线过程中及浇筑混凝土前,一定要控制电焊的使用,如使用电焊机,应使电焊机地线尽量接近需要焊接的位置。

为保证横向预应力钢绞线张拉、压浆顺利,在浇筑混凝土过程中,应定时来回抽动钢绞线。

## 5 节段钢筋的安装

安装顺序:在节段所在位置绑扎底板钢筋。将在平台上组装的腹板网片用桁车吊运至节段所在位置用钢管支架临时支撑。侧腹板钢筋网片安装底板锯齿块钢筋。待两侧底板锯齿块钢筋安装完毕后,用钢丝绳拉紧两侧钢筋网片。拆除临时钢管支架。安装外侧模。

安装腹板钢筋网片时,应同时安放其底部保护层垫块,钢筋网片的坡度应和腹板的设计坡度相同。如在锯齿块钢筋、底板横向预应力孔道安装就位后再调整腹板钢筋网片坡度,将引起锯齿块钢筋位置的移动及横向预应力锚垫板与波纹管接头的错动,导致返工。

在绑扎锯齿块钢筋前,先将横向波纹管、锚垫板安装就位,并将两者接头处用宽行胶带缠牢,以免由于钢筋较密而使波纹管、锚垫板接头处不易处理。

锯齿块防锚钢筋应严格按设计位置安放,下部必须按设计要求作出 15 cm 长直钩,应将直钩钩紧并固定在底板下层钢筋网片上,绝对不允许随意缩短直钩长度,直钩安放方向应与波纹管起弯径向相同。

## 6 节段混凝土施工

### 6.1 底板锯齿块部位混凝土的浇筑

针对斜腹板可能引起底板混凝土外翻、锯齿块前后腹板混凝土不易振捣等实际情况,混凝土浇筑顺序为:先浇筑一侧腹板下底板混凝土,宽度至锯齿块向节段中线方向 1 m,浇筑至与底板齐平时,浇筑另一侧腹板下底板混凝土,然后浇筑底板中间部分混凝土,在浇筑完第一次腹板下混凝土后,立即用宽 80 cm 钢压板压紧已浇筑的底板混凝土。浇筑底板中间混凝土时,将另一侧锯齿块外 80 cm 混凝土压紧,压板应与锯齿块侧模、内模支撑架连接牢固。

浇筑完底板中间混凝土后,开始浇筑锯齿块混凝土。浇筑前锯齿块顶模均不封闭,逐层浇筑锯齿块及相应腹板混凝土(下料厚度以 30 cm 控制),并随时从低到高逐块安装锯齿块顶模。浇筑到锯齿块顶后,封闭锯齿块顶模板,浇筑另一侧锯齿块混凝土,待浇筑完锯齿块后,浇筑腹板混凝土。为防止浇筑腹板混凝土时底板混凝土外翻,在浇筑完锯齿块混凝土后,适当放慢腹板混凝土浇筑速度。

### 6.2 混凝土的输送方式及振捣

底板、底板锯齿块部位混凝土由输送管直接下料,腹板、顶板混凝土由输送管接入两个料斗,然后由桁车

起吊、撒料。腹板混凝土下料时,每个料斗每次只装一半料(约  $1\text{ m}^3$ ),利用桁车在一侧腹板撒完,以控制腹板混凝土撒料厚度在 40 cm 以内。

底板、锯齿块、顶板部位混凝土的振捣采用  $\phi 50$ 、 $\phi 30$  插入式振捣棒,腹板混凝土振捣以附着式振捣器为主,以  $\phi 50$  插入式振捣棒为辅。

### 6.3 混凝土的养护

整个节段混凝土共  $60\text{ m}^3$ ,需浇筑 5 h。在浇筑顶板混凝土时,底板、锯齿块混凝土已经开始初凝,为使底板、锯齿块顶外观整洁,应及时拆除底板压板、锯齿块顶模,将锯齿块顶部收平,底板顶混凝土及时拉毛,并用麻袋片覆盖洒水养护。注意不得冲水,底板顶、顶板顶用竹扫把拉毛,拉毛时应均匀、平顺。

## 7 节段吊装

用 200 t 龙门吊吊装前应进行至少相邻 3 个节段顶板、底板横向及竖向预应力的张拉。

先用 200 t 龙门吊反复起落,以减弱节段间联结,然后用龙门吊起重位置的偏移将节段吊离台座。

## 8 对现场施工有关问题的讨论

### 8.1 制梁台座

在浇筑节段混凝土前后,发现台座面板标高相差达 2 cm,达不到设计要求。其原因有:面板下加劲角钢、横向工字钢刚度不够,支墩间距过大;在浇筑台座支墩时,没有严格控制支墩标高,为调整面板,在支墩与横向工字钢间加入若干钢板,致使接缝压缩量增大。不得不在两排支墩间加竖向支撑以增加面板刚度。

### 8.2 节段吊装

在吊梁时,由于起重绳偏移量及人为因素影响很大且不易控制,致使很多剪力键被剪断,不得不修改剪力键设计尺寸。

在制定台座方案时,如果将面板分成 6 段,每段可以在纵向轨道上移动,吊起节段前,先利用卷扬机将其带底模向后拉,使其与相邻节段分离,然后再用龙门吊吊起,采用短线、长线相结合的施工方法,完全可以避免剪力键的损坏。

### 8.3 混凝土运输

箱梁混凝土与下部结构所需混凝土使用一个拌和站,致使箱梁节段混凝土泵送距离达 200 m,珠海天气温度较高,混凝土坍落度损失严重,在浇筑混凝土过程中,多次出现输送泵堵管,致使  $60\text{ m}^3$  混凝土浇筑时间达 18 h,不但影响进度,也影响箱梁质量。根据现场场

# 用军用梁架设跨度 30 m 混凝土箱形梁桥

梁福雯

(中铁十八局集团 第五工程公司,河北省 高碑店市 074000)

**摘要:**以唐山西外环路跨京山铁路特大桥为例,介绍用六四式军用梁架设 1 孔(8 片)箱形梁的工序及军用梁支撑、箱梁移动就位等技术细节。

**关键词:**军用梁 架梁 施工方法

**中图分类号:**U445.46 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-1995(2004)05-0011-02

## 1 工程概况

唐山西外环路跨京山铁路特大桥全长 898.2 m,上部结构设计为 30 m(引桥)、40 m(主桥)装配式预应力混凝土连续箱梁,共五联。其中 1~6 跨为第一联、7~12 跨为第二联、13~17 跨为第三联(主桥)、18~23 跨为第四联、24~28 跨为第五联。各联均采用多箱单独预制、简支安装、现浇连续接头的先简支后连续的结构体系,每联两端设滑板支座,各中墩上为固定型板式支座。下部结构采用柱式墩、肋式台、桩基础。

## 2 架梁方案

主桥(13~17 跨)跨越京山铁路,上部结构为 40 m 箱梁,每片箱梁自重达 1 500 kN,采用 DF150 型架桥机架设,其余各联采用龙门吊架设。但由于第 12 号墩位于排灌渠中,龙门吊无法运梁到位,并且设计要求在上一联箱梁吊装后,做完湿接头及端横梁方可架设下一联,每一联施工时间大约需 2 个月。如果第 12 跨箱梁采用架桥机架设,则架桥机需提前 2 个多月进场,造成

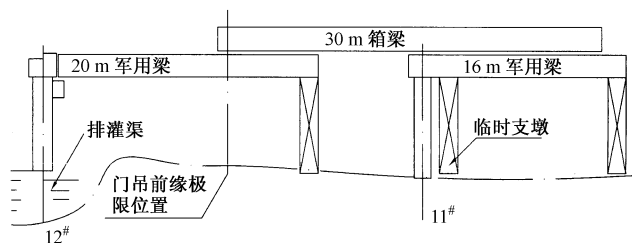


图 1 军用梁架梁立面布置图

地情况,完全可以利用两个混凝土运输车,将混凝土从拌合站运至预制台座一侧,然后用输送泵输送混凝土至台座,这样不但可大大减少拆管、装管数量,而且也

了经济浪费。经过分析,决定采用军用梁架设第 12 跨箱梁,其立面布置如图 1。

## 3 准备事项与主要器材

### 3.1 准备事项

主要内容有:墩上钢盒制作、横移梁道制作、纵移梁轨道铺设、军用梁尾部临时墩支设、箱梁端部钢板预埋等工作。

#### 3.1.1 箱梁端部(非连续端)钢板预埋

为保证第 12 跨箱梁吊装,需在梁端预埋两块钢板,用于焊接横移梁时用的拉锚器,并供纵移梁时的牵引以及落梁使用。钢板厚 2 cm,平面几何尺寸 18 cm × 25 cm 并增设  $\phi 20$  mm、长 25 cm 的锚固钢筋。

制作要求:预埋钢板定位于底板锚垫板中间,板面与梁端底混凝土面平齐;锚固筋与钢板双面满焊,与底板钢筋焊接或点焊。

#### 3.1.2 墩上钢盒制作及安装

由于 12<sup>#</sup>墩位于排灌渠中,不能搭设临时支墩来支撑军用梁,需利用墩上支撑盖梁底模的预留孔安装钢轴及钢盒来支撑军用梁。为了增强钢盒的稳定性,在盖梁底加钢箍,用钢丝绳将钢箍与钢盒连接在一起。具体尺寸及安装方法见图 2。

制作要求:

- (1) 以上图示未注明单位者均为厘米。
- (2) 钢盒、I 字钢及钢轴间均焊接连接。
- (3) 钢盒及其里面加固支撑板均采用 20 mm 厚钢板。
- (4) 钢箍采用 20 mm 厚钢板。

#### 3.1.3 盖梁上的横移梁滑道

使箱梁混凝土施工质量有保证。

收稿日期:2003-12-09

(责任审编 李从熹)